

III-42 過圧密粘性土の一構成式

京都大学工学部 正員 足立 紀高
青木 建設 - ○ 東木 雅和

1. はじめに 正規圧密粘性土の構成式は時間効果に関して村山, 柴田, 平衡状態に対しては弾-塑性性として Roscoe らにより一連の研究が有る。或る程度から従来の研究, 実験事実をもとめて, 弾-粘塑性性として三次元の構成式を誘導した。そこで, 過圧密粘性土に関する構成式はほとんど見当たらない現状である。過圧密粘性土に関する問題は様々あり, その一つとして軟弱(半固結状態にある堆積土)の構成式誘導のための情報収集に努めている。ここでは時間効果を含まない, 亦即弾-塑性性とは考えず, 砂に対して Wroth & Bassett が提案した "Exponential Function Theory" を拡張し, Swelling parameter κ の新しい決定方法を提案して, その適用性に検討を加えている。

2. 基本式 Wroth & Bassett は "α-test" と一実験式を Cambridge 学派の基干的考えに導入して, "Exponential Function Theory" を提案し, 従来の矛盾点を改善すると式が求まる。

$$\zeta = M \left\{ 1 - \left(1 + \frac{\lambda}{\alpha} \epsilon \right) \exp(-\alpha \epsilon) \right\} \quad (1)$$

$$v = \Lambda \left\{ D_0 - (D_0 + b^* \epsilon) \exp(-\alpha \epsilon) \right\} \quad (2)$$

$$\therefore \kappa = b^* / (a(D^* - M)), \quad D^* = \frac{D_0(\alpha + \kappa)}{(1 + \epsilon)(\alpha + \lambda)}, \quad \Lambda = \frac{1}{1 + \epsilon} \frac{\alpha}{\alpha + \lambda}, \quad b^* = a D_0 - \frac{M(1 + \epsilon)(\alpha + \lambda)}{\alpha + \kappa}$$

これらの関係と Roscoe らの "Original energy theory" と比較すると(正規圧密状態), パラメータ κ, λ と同じく e_a, Γ の間に次の関係があることがわかる。

$$\lambda - \kappa = e_a - \Gamma \quad (3)$$

この関係を用いると, Exponential Function Theory と Original Energy Theory と非排水試験 ($\sigma_s = \text{const}$) と排水試験 ($p = \text{const}$) の場合を一致し, b^* が過圧密効果を表していることが明らかにされる。

3. 新しい膨潤パラメータ " κ " の決定 (3) 式の実験的検証によると $\lambda - \kappa = 0.107$ で, $e_a - \Gamma = 0.072$ と実験を用いた標準粘土の場合には差異が生じ, 亦即 Original Energy Theory では正規圧密土上の $e_a - \Gamma$ の関係をいじりようぶる説明に乏しく, 種々の修正が行われている。複雑な機構の考察を良し結論を導くとは限らない。そこで, (3) 式の結論とパラメータ κ の従来の決定方法の困難を考慮, Critical State Line が $e - \log p$ 面上で直線となる実験事実をもとめて, 新しい κ の決定方法と以下のように提案する。もちろんここでは Critical State Line の正規, 過圧密双方に於いて一つの直線が求まるという事実に依存している。まず, Critical State Line が実験により, 図-1 のように求まるとすると, 1 つの Critical State Point F は実験結果 p_c によって与えられるから, 直ちに決定される。1 つは (e_0, p_0) は与えられているから非排水条件の場合には 0 変として求められる。図-2 の場合はこの方法で求めた, 過圧密土の初期状態 結晶直線が Swelling Line で示れており, その直線性はよく, その傾き κ と決める。用いた粘土について κ の値は 0.0622 となり, $\kappa = \lambda - (e_a - \Gamma) = 0.055$ と求まるものに近い値を示している。この κ を用いて, Original Energy Theory を正規圧密土に適用すると, 先に一例を示した通り実験結果, とく

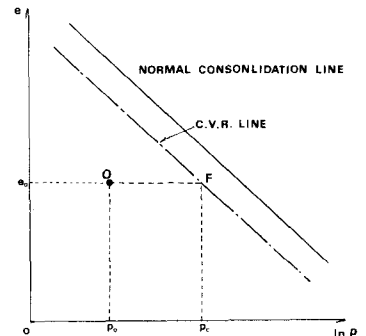


図-1

軸ひずみ ε と発生間ゴエ水圧 u に対しては高・精度で説明できるとが明らかになっている。この要は γ, γ_0 や ε の明らかならという、必ずしも間ゴエ水圧が時間に依存しないことを考えると、平衡状態の応力-ひずみ関係とひずみ-時間関係を同時に示していることも考えられる。

4. 過圧粘土への適用 (1), (2)式から γ, γ_0 を用いて、過圧粘土への適用性検討してみた。供試材は 30 kg/cm^2 で等圧圧密とし、所定の過圧圧比で、非排水せん断を行なった。その結果、主応力差 Q -軸ひずみ ε 、平均応力 P - ε 、発生間ゴエ水圧 U - ε 、そして $\tau = Q/2 \sim \varepsilon$ 関係と過圧圧比 α に対して図-3(a)に、過圧圧比 100α について図-3(b)にそれぞれ示している。図-3(a)はとくに得られた結果のうち、もっとも適合しない例として示している。また図-4(a)と(b)はせん断中、有効応力経路の実験結果と理論より求めたものである。

以上の総合すると、ここで求めた式は正規圧粘土の挙動を説明する程度には過圧粘土の挙動を説明できず、過圧粘土の構成式として、研究の第一歩の情報としては役立ちつつも考えている。

粘性土は時間効果の点で考え、非粘弾-粘性化をみて研究も続いている。それらと考慮し三次元応力状態での構成式の確立は幾何学問題の解析が必要である。

参考文献 1) Wroth & Bassett (1965): "A Stress-strain Relationship for the Shearing Behavior of a Sand" *Geotechn.*, Vol. 15-1, pp. 32-46.

2) 尾土, 東木 (1974), "正規ひずみ過圧粘土の構成方程式", 第9回土質工学研究発表会講演集, pp. 251-254.

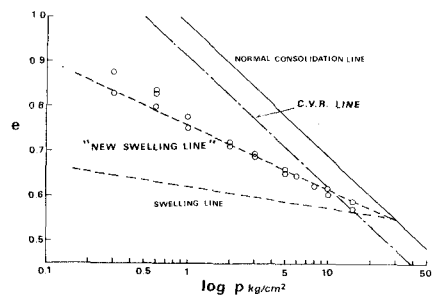


図-2

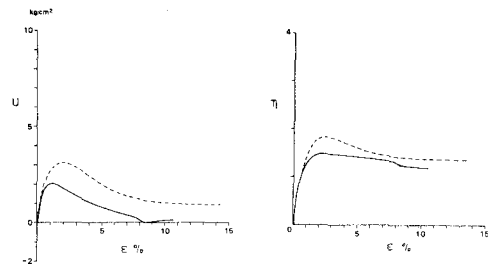
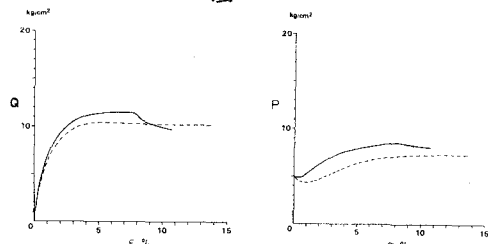


図-3(a)
— experimental results
--- theoretical results
 $p_0 = 5 \text{ kg/cm}^2$
 $n = 6$

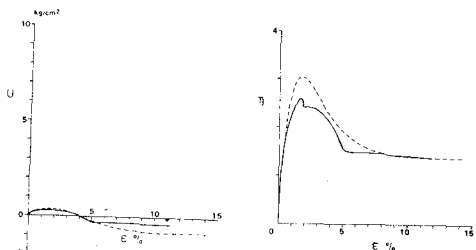
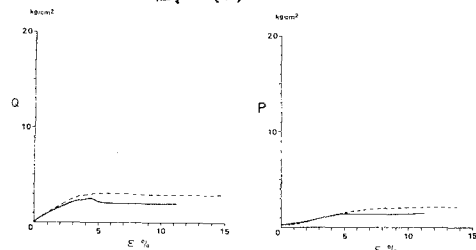


図-3(b)
— experimental results
--- theoretical results
 $p_0 = 0.3 \text{ kg/cm}^2$; $n = 100$

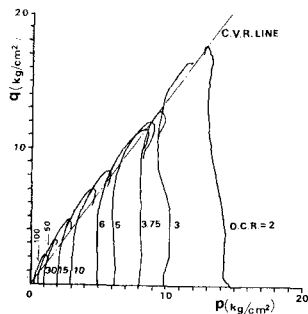


図-4(a)

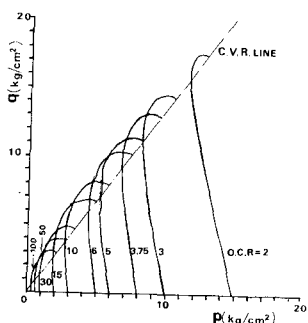


図-4(b)